Aus der Konservierenden Abteilung der Universitäts-Zahnklinik Würzburg
(Vorstand: Professor Dr. J. MÜNCH)

Haben unsere Bleichmethoden schädliche Folgen für die Hartsubstanzen der Zähne?

*

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg zur Erlangung der Doktorwürde für Zahnheilkunde

vorgelegt von

Waldemar König
aus Mühlhausen in Thüringen

1935
Buchdruckerei Fritz & Rappert, Ochsenfurt am Main

Referent: Professor Dr. J. Münch

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg

Literatur-Verzeichnis.

1. Brubacher: Das Bleichen der Zähne, D.Z.W. 1913, No. 43.
2. Bumiller: Das Bleichen der Zähne, Dissertation Würzburg, 1921.
3. Dürr: Ueber erfolgreiche Bleichversuche an Zähnen mittels künstlicher Lichtstrahlen unter Verwendung von H_2O_2, D.W.f.Z., 1910.
4. Fleischmann: Ueber das Bleichen verfärbter Zähne, Dissertation, Würzburg, 1932.
5. Gröschel: Das Bleichen verfärbter Zähne mit dem Diathermieapparat und Perhydrol, Z.R. 1932.
6. Heinrich: Beitrag zum Bleichen der Zähne, Korrespondenzblatt für Zahnärzte, 1929, H. 9.
7. Hille: Zahnbleichung, D.Z.W. 1913.
8. Koch: Bleichen der Zähne, D.Z.W., 1913, No. 41.
9. Leix: Ultravioletts trahlentherapie in der Zahnheilkunde, D.M.f.Z., H. 12.
10. Megay: Ein neues Verfahren zum Bleichen verfärbter Zähne, D.M.f.Z., 1907, No. 1.
11. Müller: Ein Beitrag zum Bleichen verfärbter Zähne, Vierteljahresschrift f. Z., 1930, H. 2.
12. Münch: Das Quarzlicht und seine Anwendung in der Zahnheilkunde, D.Z.W. 1923, No. 22.

    Münch: Klinik der konservierenden Zahnheilkunde, 1931.
13. Prinz: Über das Bleichen der Zähne, Österreichische Zeitschrift für Stom., 1924.
14. Ruin: Das Bleichen verfärbter Zähne, Dissertation, Würzburg 1924.
15. Seidel: Zahnärztliche Lichttherapie mit Quecksilberbogenlampen und Quarzstäben, Sonderheft der Deutschen Zahnheilkunde, 1920.
16. Staubach: Zahnbleichung mit künstlichen Lichtstrahlen unter Verwendung von Perhydrol, Dissertation, Frankfurt a. M., 1921.
17. Steinkamm: Über das Bleichen der Zähne, D.Z.W. 1913, No. 23.
18. Untersuchungsprotokoll der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Berlin-Charlottenburg, über den Wert des Sprühschutzkabels bei Dental-Diathermie-Apparaten und Vermeidung von Dosierungsfehlern in der Diathermie der Zahnheilkunde.
19. Wagner: Die einzelnen Bleichmethoden, ein kritischer Bericht, Dissertation, Würzburg 1921.
20. Zielinsky: Über erfolgreiche Bleichversuche an Zähnen mittels Lichtstrahlen unter Verwendung von H_2O_2, D.M.f.Z. 1910, No. 9.

Haben unsere Bleichmethoden schädliche Folgen für die Hartsubstanzen der Zähne?

Einleitung.

Unsere Bleichmethoden wollen Zahnverfärbungen organischen und anorganischen Ursprungs beseitigen. Organischer Art sind insbesondere die bekannten Grau- und Braunfärbungen, die durch Zersetzungsprodukte des Blutes und Gangrän der Pulpa entstanden sind. Die anorganischen Verfärbungen sind metallischer Art und können beim Behandeln der Zähne von Instrumenten, Füllungen und Medikamenten (Sublimat, argentum nitricum) herrühren. Verfärbungen, die auf pathologischer Grundlage beruhen, verschwinden in der Regel nach Beseitigung des Grundleidens.

Wie aber die Farbstoffe im Schmelz abgelagert werden und bis an die Oberfläche des Schmelzes gelangen, ist noch ungeklärt. WALKHOFF[1]), TÜRKHEIM, KANTORROWICZ[2]) leugnen jeden physiologischen Zusammenhang zwischen Dentin und Schmelz, durch den auf Stoffwechsel- oder Lebensvorgänge im Schmelz geschlossen werden kann. Auf jeden Fall zeigen aber die Verfärbungen, daß es färberisch darstellbare Wege gibt, auf denen der Farbstoff in den Schmelz gelangt, die vielleicht doch auf einen Stoffwechsel hinweisen könnten, vgl. MÜNCH, URBANTSCHITSCH[3]).

Zahlreiche Bleichversuche sind mit den verschiedensten Hilfsmitteln im Laufe der Entwicklung gemacht worden. Stets wird über erfolgreiche Entfernung von Verfärbungen organischer Art berichtet, während eigentlich erst durch die vor einigen Jahren erfolgte Einführung von Hochfrequenzströmen eine erfolgreiche Entfernung anorganischer Verfärbungen möglich wurde.

---

[1]) WALKHOFF, Ztschr. f. Stom., 1925.
[2]) KANTORROWICZ, D. M. f. Z., 1913.
[2]) MÜNCH, Klinik der kons. Zahnheilkunde, 1931, S. 19, 33; URBANTSCHITSCH, Ztschr. f. Stom., 1926/27.

Zur Entwicklungsgeschichte des Bleichverfahrens.

Die ersten Bleichversuche sind rein *chemischer* Natur. 1862 benutzte TRUMANN unverfälschtes reines Chlor[4]). Nach ihm sind es vor allem SCHEFF und PASCHKIS[5]) (1882), die zum Bleichen Wasserstoffsuperoxyd, Chlor (in Form des Chlorkalks), schweflige Säure verwendeten.

Anwendung fanden ferner Aluminiumchlorid, Bariumsuperoxyd, übermangansaures Kali, Natriumsuperoxyd, Natriumsulfid mit Borsäure, Pyrozon[6]).

Letzten Endes beruht die Wirkung all dieser Mittel auf freiwerdendem Sauerstoff. Lediglich die schweflige Säure hat reduzierende Wirkung, indem sie in Schwefelsäure übergeht (milde Reduktionsbleiche). Man füllte das Pulpenkavum mit irgendeinem Mittel, gab einen Tropfen Säure hinzu und ließ das entsprechende Gas wirken[7]).

Sämtliche Mittel sind in der Art ihrer Verwendung für Bleichzwecke ungeeignet, da stets Säure mitverwendet oder doch gebildet wurde, welche eine beträchtliche Schädigung des Zahngewebes zur Folge hatte[8]). Wiederkehrende Verfärbungen sind keine Seltenheit[9]).

Einen Fortschritt bedeutet die Einführung von *optischen* Hilfsmitteln durch MEGAY (1907). Er verwendete das in dieser Zeit in den Handel gebrachte und auch heute noch gebräuchliche säurefreie Perhydrol unter gleichzeitiger Einwirkung von Sonnenlicht, dessen tiefdringende ultraviolette Strahlen er durch Sammellinsen in ihrer Wirkung zu erhöhen trachtete. Eine allzustarke Wärmewirkung suchte er durch Verwendung eines Blaufilters auszuschalten. MEGAY erzielte nach 40—80 Minuten gute Bleichwirkung bei organischen Verfärbungen[10]).

ZIELINSKY's Heliorador stellt eine Verbesserung des Megay'schen Verfahrens dar. So wird durch ein Sammellinsensystem die Wirkung der ultravioletten Strahlen verstärkt, die Bildung eines Brennpunktes vermieden und dadurch eine gleichmäßige Wärmeentwicklung gewährleistet.

Gegenüber MEGAY genügten 30—60 Minuten. Gute Erfolge werden nachgewiesen[11]).

Reizungen stellt FISCHER fest, warnt vor einer allzugroßen Konzentration der Strahlen, welche er für die entsprechend starke Zersetzung des Perhydrols und damit verbundene Schädigung verantwortlich macht[12]).

---

[4]) RUIN, Dissertation, 1924, S. 5.
[5]) FLEISCHMANN, Dissertation, 1932, Würzburg.
[6]) MILLER, Das Bleichen der Zähne, Lehrbuch der kons. Zahnheilkunde, 1910.
[7]) GRÖSCHEL, Z. R., 1932.
[8]) SMREKER, oestr. Ztschr. f. Stom., 1903, H. 4.
[9]) WAGNER, Dissertation, 1921, Würzburg.
[10]) MEGAY, D. M. f. Z., 1907, H. 1.
[11]) ZIELINSKY, D. Z. W., 1909.
[12]) FISCHER, D. M. f. Z., 1910, H. 4.

Viele Wünsche offen läßt jedoch zweifellos die Abhängigkeit von der Witterung und Jahreszeit und die damit verbundene Verschiedenheit hinsichtlich der Intensität der Strahlen.

Es ist daher zu verwundern, daß man sich schon vorhandene *künstliche* Lichtquellen, wie sie das Aron'sche Qecksilberdampflicht (1892), die Bogenlampe von Finsen und vor allem die in der Medizin bewährte Kromayer'sche Quarzlampe boten, erst reichlich spät zunutze machte.

Die Kromayer-Lampe wurde 1910 von ROSENTHAL[13]) für Bleichzwecke eingeführt und fand von da ab in Verbindung mit Perhydrol steigende Beachtung. Da die Kromayer-Lampe auch heute noch im Gebrauch ist, sei kurz auf sie hingewiesen. Im Prinzip besteht die Lampe aus einem U-förmig gebogenen Quarzrohr, in dem durch den elektrischen Strom Quecksilber zum Verdampfen gebracht wird. Es entsteht dadurch ein Licht von außerordentlicher Stärke, äußerst reich an chemisch wirksamen ultravioletten Strahlen. Ein Kühlwassermantel aus Quarz läßt die auftretende Wärmewirkung vermeiden. Das Ganze befindet sich in einem Metallgehäuse mit einem Quarzfenster, durch welches die Strahlen vermittels eines aufsteckbaren Quarzstabes auf den zu bleichenden Zahn konzentriert werden können. Bleichwirkungen werden erzielt nach 2—3 Sitzungen mit jeweils 10—15 Minuten Sitzungsdauer.

Nach ROSENTHAL stellten Versuche an besonders ZILZ 1916[14]) THEDERING 1916, SEIDEL 1920[15]), MÜNCH 1923[16]).

SEIDEL kommt nach jahrelangem Gebrauch der Quarzlampe zur Ueberzeugung, daß zwar für die Bleichung die bisherigen Methoden durch das Quecksilberdampflicht übertroffen worden seien, ohne daß die Methode alle ihre Schattenseiten verloren habe.

Es lassen sich mit der Kromayer-Lampe nur Verfärbungen organischer Art beseitigen. Auch ist die Anwendung der Lampe nicht ganz ungefährlich. MÜNCH konnte nachweisen, daß Kofferdam die Strahlen durchläßt, sodaß eine Schädigung des umliegenden Gewebes eintreten kann. Er fordert daher eine Abdeckung der Umgebung des betreffenden Zahnes unter dem Kofferdam mit mehreren Schichten schwarzen Papiers (wie es beim Photographieren verwendet wird), welche ausreichenden Schutz bieten, zumal sich auch der Lichtkegel trotz Verwendung des Quarzstabes nicht immer allein auf die zu bleichende Zahnfläche konzentrieren läßt. (Vgl. GRÖSCHEL, Z. R. 1932). Patient und Behandelnder müssen sich gegen die Strahlenwirkung schützen (Augen). Auch der hohe Anschaffungspreis läßt einen Eingang in die Allgemeinpraxis wenig möglich erscheinen.

An Stelle der Kromayer-Lampe sind noch im Gebrauch die Höhensonne (Original Hanau) und der Zeiß'sche Mundbeleuchtungsapparat.

---

[13]) PIERRE ROSENTHAL, Referat D. Z. W., 1911, Nr. 45.
[14]) ZILZ, oestr.-ung. Vierteljahresschr. f. Z., 1916.
[15]) SEIDEL, Deutsche Zahnheilkunde, Forschung und Praxis, S. 201.
[16]) MÜNCH, D. Z. W., 1923, Nr. 22.

Als künstliche Lichtquelle benutzten ZIELINSKY und DÜRR[17]) die kleine Bogenlampe von Zeiß 1910. KOCH gebrauchte eine einfache Taschenlampe. STAUBACH und SEIDEL erzielten 1921 mit dem Nernstreflektor der Zeißwerke gute Erfolge[18]).

Wo jedoch Glaslinsen verwendet werden, wird die Intensität der Strahlen durch Absorption herabgesetzt. Sämtliche Apparate wurden ebenfalls in Verbindung mit Perhydrol gebraucht, hatten aber als Enderfolg nur eine Beseitigung organischer Verfärbungen.

Bei allen bisherigen Verfahren fehlt überhaupt die Möglichkeit einer genauen Dosierung der Strahlen, was hinsichtlich des Grades der Zersetzung des Bleichmittels und seiner Einwirkung von Bedeutung ist.

Als neuestes Forschungsergebnis ist die Anwendung von Hochfrequenzströmen in Verbindung mit Perhydrol zu nennen. Mit diesen beschäftigen sich zuerst HEINRICH[19]) 1929, MÜLLER[20]) 1930, und weiterhin MÜNCH[21]) 1931, der Hochfrequenzströme in Form des Diathermiestromes gebraucht. Neben Beseitigung organischer Verfärbungen werden jetzt auch solche anorganischen Ursprungs nachgewiesen.

Diese Methode bildet für die folgenden Ausführungen die Grundlage.

Das Bleichverfahren.

I. Die Technik des Bleichens.

Ehe mit dem eigentlichen Bleichen begonnen werden kann, sind die betreffenden Zähne vorzubereiten. Irgendwelche äußere Beläge sind zu entfernen, ebenso alte Füllungen, insbesonders Amalgam- und Silikatfüllungen. Einmal können sie selbst an der Verfärbung schuld sein, zum andern wird durch ihre Herausnahme der Eingang frei zu den feinen Kanälchen, die den Farbstoff beherbergen. Auch befindet sich meist unter solchen Füllungen erweichte Gewebsmassen, deren Entfernung selbstverständlich und für die Behandlung nur von Vorteil ist, Vor allem ist bei pulpenlosen Zähnen für eine exakte Wurzelfüllung mit entsprechendem Abschluß (Chlorzinkzement, Havardzement, Fixodont) Sorge zu tragen, um Reizungen der Wurzelhaut zu vermeiden. Am besten wartet man mit dem Beginn des Bleichens bis eine richtige Abhärtung erfolgt ist. Pulpitische oder periodontische Zähne dürfen keineswegs während der Dauer

---

[17]) ZIELINSKY, D. M. f. Z., 1910.
[18]) STAUBACH, Dissertation, Frankfurt a. M., 1921.
[19]) HEINRICH, Korrespondenzbl. f. Z., 1929, H. 9.
[20]) MÜLLER, Vierteljahresschr. f. Z., 1930, H. 2.
[21]) MÜNCH, Klinik der kons. Zahnheilkunde, S. 205.

der Erkrankung gebleicht werden. Bei haemorrhagischen Verfärbungen, wie man sie nach Traumen beobachten kann, empfiehlt es sich, die an sich abnorme Pulpa herauszunehmen und durch exakte Wurzelfüllung zu ersetzen. Bei pulpenlosen Zähnen ist das Cavum gut zu säubern, um die Angriffsflächen vergrößern zu können. Wichtig ist weiterhin die Anlage von Kofferdam, um eventuelle Schädigungen des angrenzenden Gewebes zu verhindern. Kofferdam möglichst hoch befestigen, um nach Beendigung des Bleichens keine unschönen Ränder an den Zahnhälsen zu bekommen. Es empfiehlt sich daher weniger, statt Kofferdam die Nachbarzähne mit Vaseline, Watte und Fließpapier abzudecken (HEINRICH). Die Feststellung der Zahnfarbe an Hand eines Farbenringes im Vergleich zu den angrenzenden Zähnen darf nicht vergessen werden. Zum Schluß ist der betreffende Zahn vor Beginn des Bleichens noch mit einem Desinfiziens auszuwaschen.

Nun werden die von MÜNCH konstruierten, aus Silber gefertigten Applikatoren angelegt. Von dem Hochfrequenzstrom liefernden Diathermieapparat gehen zwei Elektroden aus. An der inaktiven Elektrode können Applikatoren mit einem passenden Halter befestigt werden. Sie sind in ihrer Form den Flächen der einzelnen Zähne ungefähr angepaßt. Einige nierenförmige Applikatoren von verschiedener Ausdehnung dienen zum Bleichen von Zahnhälsen und umschriebenen kleineren Verfärbungen. In der aktiven Elektrode ist ein etwa drei Zentimeter langes Stäbchen zu befestigen, das bei größeren Kavitäten in einer Kugel enden kann (vgl. GRÖSCHEL, Z.R. 1931).

Nachdem die betreffenden Applikatoren angelegt sind und das Stäbchen tief in die Kavität eingeführt ist, wird der Strom eingeschaltet. Eine Berührung der Elektroden ist zu vermeiden. Bei Abgrenzung der Stromstärke und Einwirkungsdauer ist Rücksicht auf die lebende Pulpa zu nehmen (darüber siehe weiter unten).

Ein leichtes Aufschäumen zeigt den Bleichvorgang an. Bei entsprechender lästiger Wärmewirkung ist der Strom zu unterbrechen

II. Der die Entfärbung bedingende chemische Prozeß.

Die vorzüglich bleichende Wirkung des Perhydrols bei geeigneter Zersetzung ist bekannt. Gut eignen sich hierzu die Hochfrequenz-Diathermie-Ströme. Sie sind Wechselströme von sehr hoher Spannung, die in Vakuumröhren entstehen, wenn man den Strom hindurchleitet (HEINRICH).

Es findet eine Zersetzung des Perhydrols in H_2O und O statt, die noch durch das Vorhandensein katalytisch wirkender Stoffe, wie Fermente, Blut erhöht bezw. beschleunigt wird. Für die Bleichwirkung verantwortlich ist der freiwerdende Sauerstoff, der in statu nascendi eine besondere

Reaktionsfähigkeit aufweist. Hinzu kommt fraglos noch eine Umbildung des Sauerstoffs in Ozon (O_3), welcher eine außerordentlich zerstörende Wirkung auf die organischen Farbstoffe ausübt. Es kommt zur Bildung von Oxydationsprodukten, den Ozoniden, die sich leicht zu Aldehyden, Ketonen, Säuren abbauen, auf deren Farblosigkeit letzten Endes die Bleichwirkung beruht[22]).

Nun hat man durch Einführung der Hochfrequenzströme auch anorganische Verfärbungen entfernen können. Welche Wirkung hierbei die Hochfrequenzströme für den Bleichvorgang haben, ist noch strittig. Einmal soll für die Wirkung die rasche Erwärmung (HEINRICH) in Betracht kommen, zum anderen soll sie bestehen in einer molekularen Erschütterung oder Oszillation. Weiterhin nimmt VERA MÜLLER an[23]), daß die Farbstoffe in kolloidalem Zustand in den feinen Kanälchen des Zahngewebes abgelagert seien und stellt ihre Theorie nach den Erfahrungen der Kolloidchemie auf. Kolloidale Lösungen können Farbe und Durchsichtigkeit mit ihrem Dispersitätsgrad ändern, d. h. durch Erwärmung oder strahlende Energie können sie leicht in den Zustand der Koagulation übergeführt werden, womit eine Entfärbung bedingt ist.

VERA MÜLLER läßt nun Perhydrol wegen „einer damit verbundenen bekannten Brüchigkeit der Zähne" weg, gebraucht dafür aqua dest. und konzentrierte Kochsalzlösung. Schließlich läßt sie auch diese Mittel weg und will mit Hochfrequenzströmen allein Erfolge erzielt haben. Wie aber der Abtransport der koagulierten Massen aus den Kanälchen vor sich geht, gibt sie nicht an. Es erscheint aber infolge Überführung in den koagulierten Zustand und der damit verbundenen Volumvermehrung und innigeren Verkeilung unwahrscheinlich.

Im Gegensatz weist GRÖSCHEL nach, daß er ohne Perhydrol oder mit den von Müller angegebenen Mitteln keine Erfolge erzielt hat. FLEISCHMANN, der sich die Theorie Vera Müllers zueigen macht und ebenfalls konzentrierte Kochsalzlösung statt Perhydrol empfiehlt, konnte hinsichtlich einer Bleichwirkung nicht orientiert sein, da er seine Versuche an Schliffen normaler Zähne vornahm.

Es erscheint doch ein Zusammenwirken von Hochfrequenzströmen und Perhydrol angezeigt und zwar erscheint mir die rasche und geeignete Zersetzung des Wasserstoffsuperoxyds durch den Hochfrequenzstrom das wirkende Agens zu sein für die Beseitigung organischer und anorganischer Verfärbungen.

---

[22]) STAUBACH, Dissertation.

[23]) MÜLLER, Vierteljahresschr. f. Z., 1930, H. 2.

III. Schädliche Folgen für die Hartsubstanzen der Zähne und ihre Vermeidung.

Es sind zwei Faktoren zu untersuchen, das Perhydrol und die Hochfrequenzströme, einmal in ihrer Wirkung allein, zum anderen in ihrer Zusammenwirkung auf die Hartsubstanzen der Zähne.

Um die Einwirkung des Perhydrols auf die Hartsubstanzen festzustellen, bewahrte ich mehrere Zähne einige Tage in der für Bleichzwecke üblichen 30%igen Perhydrollösung auf. Irgendwelche Veränderungen, insbesonders Entkalkung, waren nicht zu bemerken. Lediglich eine leichte Bleichwirkung war zu sehen. Zum selben Ergebnis kommt DORN, der einige Zähne fünf bis sechs Tage in derselben Lösung aufbewahrte (DORN, D.Z.W. 1914).

Die Hochfrequenzströme sind Wechselströme von sehr hoher Spannung, die trotz dieser Spannung dem menschlichen Körper, den Hartsubstanzen, nicht schaden. Dafür spricht auch die große Verwendung in der gesamten Medizin. Eine auftretende lästige Wärmewirkung kann jederzeit durch Unterbrechung des Stromes ausgeschaltet werden.

Von Bedeutung ist jedoch die Einwirkung der Hochfrequenzströme auf das Perhydrol. Ob die hierbei mehr oder weniger starke Zersetzung des Perhydrols neben der Bleichwirkung eine Schädigung des Zahngewebes auslösen kann, ist eine Frage der folgenden Untersuchung.

Eine einheitliche Beurteilung der Literatur bezüglich einer durch die Zersetzung des Perhydrols hervorgerufenen Schädigung ist m. E. nicht möglich, da als Ursache der Zersetzung die verschiedensten Mittel mit ihren verschiedenen Eigenschaften (chemisch, optisch, elektrisch) zu berücksichtigen sind. Ferner bestand kaum eine Dosierungsmöglichkeit hinsichtlich eines für die Bleichwirkung genügenden Zersetzungsgrades, wie sie durch die neuzeitlichen Diathermieapparate gewährleistet ist. Daß hierin eine große Fehlerquelle (Überdosierung) begründet liegt, dürfte klar sein. Man darf sich also bei Einführung eines neuen Zersetzungsmittels, wie sie die Hochfrequenzströme darstellen, nicht auf Urteile berufen (MÜLLER), die unter ganz anderen Umständen zustandegekommen sind.

Bei Einwirkung der Hochfrequenzströme auf Perhydrol sind folgende Faktoren zu berücksichtigen, einmal die *Dosierung* der *Stromstärke*, dann die *Dauer der Einwirkung* auf das Zahngewebe. Von beiden hängt der Grad der Zersetzungsstärke und damit die Größe des freiwerdenden Sauerstoffs, ferner die Größe der Wärmewirkung ab. Weiterhin von Bedeutung ist die *Konzentration des Perhydrols* und schließlich die *Beschaffenheit der zu bleichenden Zähne* (tot, lebend, Verkalkungsstörungen, Risse).

Schon bei Verwendung von Strahlen warnt FISCHER vor einer zu starken Konzentration (Dosierung) der Strahlen, welche er als Ursache für die von ihm festgestellten Rerzungen ansieht. FLITZ gibt Vergrößerungen vorhandener Schmelzrisse infolge Temperaturschwankungen an.

Es ergibt sich als zwingende Folgerung die Frage, bis zu welcher *Zeit- und Stromstärkengrenze darf und kann ich gehen, um einerseits keine Schädigungen zu gewärtigen, andererseits aber die beabsichtigte Bleichwirkung zu erzielen?* Denn es wäre kein idealer Zustand, mit der Bleichwirkung auch Sprödigkeit und Risse in Kauf zu nehmen, die geeignet sind für Retention und Bakterientätigkeit.

Zur Untersuchung stellte ich mikroskopisch verschieden starke Schliffe her. Das Auftreten von einzelnen Sprüngen bei der Herstellung war natürlich nicht zu vermeiden. Diese können aber nach der Behandlung hinsichtlich ihrer Formveränderung zur Diagnose verwendet werden. Zwecks Ausschaltung von Beobachtungsfehlern photographierte ich diese unbehandelten Schliffe, ebenso alle weiteren Versuchsanordnungen.

Versuchsreihe.

No.	*Schliff*	*Stromstärke*	*Dauer*	*Vorgang*	
1.	dick				
	a)	80 M.A.	5 Min.	geringe Zunahme der Schmelzrisse, geringe Vergrößerung der vorhandenen Schmelzrisse, ganz vereinzelt feine Risse im Dentin	
	b)	55 M.A.	3 Min.	*keine Veränderung*	Nachbleiche
2.	mittelstark				
	a)	65 M.A.	3 Min.	ganz geringe Vermehrung der Schmelzrisse, angedeutet, kaum bemerkbare Vergrößerung einzelner Risse	
	b)	65 M.A.	4 Min.	geringe Vermehrung der Schmelzrisse, kaum bemerkbare Vergrößerung vorhandener Risse	1. Nachbleiche
	c)	70 M.A.	5 Min.	Vermehrung von Schmelzrissen, Auftreten ganz vereinzelter feiner Sprünge im Dentin, geringe Verbreiterung vorhandener Sprünge	2. Nachbleiche
3.	mittelstark				
	a)	65 M.A.	3 Min.	ganz leichte angedeutete Zunahme von Schmelzsprüngen	
	b)	60 M.A.	5 Min.	Auftreten vereinzelter haarfeiner kleiner Sprünge, kaum nennenswert	Nachbleiche

No.	*Schliff*	*Stromstärke*	*Dauer*	*Vorgang*	
4.	mittelstark				
	a)	60 M.A.	3 Min.	*keine Veränderung*	
	b)	65 M.A.	3 Min.	kaum bemerkbare, nur angedeutete Zunahme der Schmelzrisse, keine Verbreiterung vorhandener Risse	1. Nachbleiche
	c)	80 M.A.	1 Min.	größere Risse und Verbreiterung	2. Nachbleiche
5.	mittelstark mit großen Sprüngen				
	a)	65 M.A.	3 Min.	vereinzelt ganz feine angedeutete Schmelzsprünge, keine bemerkbare Verbreiterung vorhandener Schmelzrisse	
	b)	100 M.A.	1 Min.	starke Zunahme der Sprünge im Schmelz und Auftreten von Sprüngen im Dentin, Vergrößerung vorhandener Schmelzsprünge	Nachbleiche
6.	dünn				
	a)	60 M.A.	3 Min.	einzelner feiner Sprung im Schmelz	
	b)	55 M.A.	3 Min.	*keine Veränderung*	1. Nachbleiche
	c)	50 M.A.	3 Min.	*keine Veränderung*	2. Nachbleiche
	d)	70 M.A.	1/4 Min.	*keine Veränderung*	3. Nachbleiche
	e)	60 M.A. vgl. a)	3 Min.	*keine Veränderung*	4. Nachbleiche
7.	dünn				
	a)	60 M.A.	3 Min.	*keine Veränderung*	
	b)	55 M.A.	3 Min.	*keine Veränderung*	1. Nachbleiche
	c)	65 M.A.	5 Min.	einige haarfeine angedeutete Schmelzsprünge	2. Nachbleiche
8.	dünn				
	a)	60 M.A.	3 Min.	*keine Veränderung*	
	b)	70 M.A.	3 Min.	*keine Veränderung*	1. Nachbleiche
	c)	75 M.A.	1/2 Min.	*keine Veränderung*	2. Nachbleiche
	d)	65 M.A.	3 Min.	Auftreten eines einzelnen größeren und mehrerer haarfeiner Sprünge im Schmelz, zum Teil nur angedeutet, kaum bemerkbare Verbreiterung vorhandener Sprünge	3. Nachbleiche

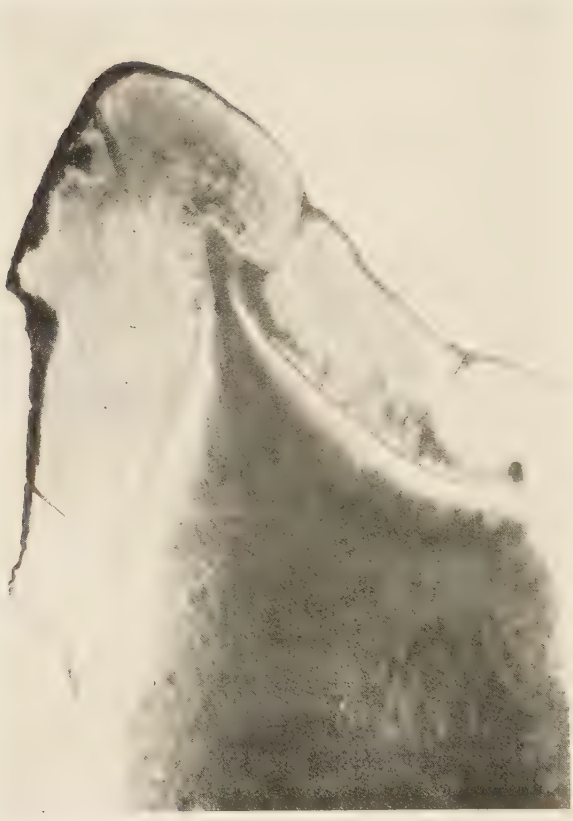

Abbildung 1

Längsschliff eines Eckzahnes, unbehandelt. Sprünge sind durch den Schleifprozeß entstanden.

Abbildung 2

Versuch 8 a), derselbe Schliff.

Vorgang:	Stromstärke	60 M.A.
	Dauer	3 Min.
	Perhydrol	30 %

Keine Veränderung.

Abbildung 3

Versuch 8 d), derselbe Schliff.

Vorgang:	Stromstärke	65 M.A.
	Dauer	3 Min.
	Perhydrol	30 %

3. Nachbleiche.

Auftreten eines einzelnen größeren und mehrerer haarfeiner Sprünge im Schmelz, zum Teil nur angedeutet, kaum bemerkbare Verbreiterung vorhandener Sprünge.

Stromstärke (Milli-Ampère) und Einwirkungsdauer variierte ich.

Meine Versuche ergaben, daß bei einer Stromstärke bis zu 60 Milli-Ampère und drei Minuten Dauer keinerlei Schädigungen auftraten. Dasselbe gilt, wenn mit gleichem Strom und Dauer nachgebleicht wurde (Versuch 1 b, 4 a, 6 c, 6 e, 7 a, 7 b). Weiterhin konnte die Stromstärke ohne schädigende Wirkung erhöht werden, wenn die Einwirkungsdauer entsprechend gesenkt wurde bezw. umgekehrt (Versuch 6 d, 8 b, 8 c).

Jedoch bei steigender Stromstärke und gleichzeitiger steigender Dauer (Versuch 2 b, 2 c, 4 c, 7 e), wie auch bei gleichbleibender Stromstärke mit steigender Dauer (Versuch 3 c) bezw. bei steigender Stromstärke mit gleichbleibender Dauer (Versuch 2 a, 3 a) traten Schädigungen auf. Bei gleichzeitiger Erhöhung beider Faktoren natürlich entsprechend mehr als bei einseitiger.

Eine Rolle spielt hierbei noch die Dicke des Schliffes. Es traten Schädigungen nach entsprechender Einwirkung bei dünnen früher und zahlreicher, bei dickeren später und geringer auf, hauptsächlich im Schmelz. Dies läßt den Schluß zu, daß bei genügender Dicke — was besonders von dem zu behandelnden Zahn gilt — Stromstärke und Einwirkungsdauer erhöht werden können, ohne Schädigungen zu gewärtigen. Zumal ich glaube, daß ein Teil der nach dem Bleichvorgang aufgetretenen Sprünge mitbedingt ist durch eine durch den vorausgegangenen Schleifprozeß hervorgerufene Zusammenhangslockerung des Zahngewebes.

Ich stelle als Ergebnis fest für den Bleichvorgang am Patienten: Wird eine Stromstärke bis zu 75 Milli-Ampère und eine Einwirkungsdauer bis zu fünf Minuten gebraucht, so sind für die Hartsubstanzen keine Schädigungen zu erwarten.

Vorstehende Versuche geben nun lediglich Aufschluß, wann Schädigungen auftreten, sagen aber nicht, ob die angewendete Methode als schädlich zu bezeichnen ist. Dies hängt ab von dem Eintritt der Bleichwirkung. Denn liegt dieser innerhalb obiger Grenzverhältnisse, d. h. genügt eine Stromstärke bis 75 Milli-Ampère und eine Dauer bis fünf Minuten, um eine Bleichwirkung hervorzurufen, so hat die Methode keine schädlichen Folgen für das Zahngewebe. Anders natürlich, wenn das Gegenteil vorliegt.

Fleischmann, der ähnliche Versuche angestellt hat, kommt zu dem Schluß, daß infolge der aufgetretenen Risse und Sprünge von der Verwendung des Perhydrols abzuraten sei. Er hat zwar festgestellt, daß bei einer bestimmten Grenze keine Schädigungen auftreten, vergißt aber, seine Feststellungen in Beziehung zu setzen zum Eintritt der Bleichwirkung, sodaß die Versuche hinsichtlich eines abschließenden Urteils über die Verwendung des Perhydrols für Bleichzwecke keinen Wert haben.

Versuche am Patienten haben ergeben, daß Bleicherfolge schon weit vor obigen Grenzverhältnissen erzielt werden. Eine ganz geringe Stromstärke bis zu 60 Milli-Ampère und eine mehrmalige sekundenlange Einwirkungsdauer ist imstande, gute Erfolge zu erzielen. Auf jeden Fall ist

eine Stromstärke bis zu 75 Milli-Ampère und fünf Minuten Dauer für Bleichzwecke genügend (GRÖSCHEL, HEINRICH). Damit ist hinsichtlich der Dauer nicht gesagt, daß in einer Sitzung nur fünf Minuten gebleicht werden soll. Nur eine ununterbrochene längere Dauer ist schädlich für die Hartsubstanzen. Es muß also bei Erreichung der Zeitgrenze unterbrochen werden. (Vergleich: Ein Gummifaden kann sehr oft bis zu einer bestimmten Grenze gedehnt werden, ohne Schaden zu erleiden, jedoch bei einer einmaligen Überdehnung reißt er.)

Beim Bleichvorgang spielt natürlich der Zustand und die Umgebung der Zähne eine Rolle. Bei lebenden Zähnen kommt eine ununterbrochene Einwirkungsdauer von fünf Minuten kaum in Frage, wegen der auftretenden Wärme. Auch bei toten Zähnen ist mit Rücksicht auf die Wurzelhaut in dieser Hinsicht Vorsicht geboten. Zwecks Kontrolle der Zahnfarbe ist eine allzulange Sitzungsdauer weniger empfehlenswert, da Nachbleichen auftritt (MÜLLER). Bei rissigen Zähnen ist bei sachgemäßer Behandlung im Sinne obiger Ausführungen keine Verbreiterung zu erwarten.

Als Schlußergebnis ist festzuhalten: Werden die Grenzverhältnisse beachtet, so treten keine Schädigungen auf, zum anderen genügen sie zur Erzielung einer Bleichwirkung.

Es ist noch folgendes zu beachten: Ein jeder von Hochfrequenzströmen durchflossener Leiter hat nämlich die Eigentümlichkeit, einen Teil seiner Hochfrequenzenergie in den Raum auszustrahlen (Sprüheffekt). Dieser Vorgang hat gerade für die Dental-Diathermie-Apparate mit ihrem geringen Behandlungsstrom Bedeutung, da das Milli-Ampèremeter eine ganz andere Stromstärke anzeigt als auf das Perhydrol einwirkt. Da es nun auf eine genaue Dosierungsmöglichkeit ankommt, empfiehlt es sich, Diathermie-Apparate zu benutzen, wo dieser Fehler durch Verwendung eines sogenannten Sprühschutzkabels vermieden wird (Elektrizitätsgesellschaft Sanitas, Berlin).

Zusammenfassung.

Es ergibt sich, daß die Verwendung der Hochfrequenz-Diathermieströme in Verbindung mit Perhydrol bei sachgemäßer Behandlung wohl geeignet ist, die anderen Methoden zu ersetzen. Es ergeben sich im Vergleich zu ihnen folgende Vorteile:

1. Beseitigung organischer und anorganischer Verfärbungen;
2. Zuverlässige Stromdosierung und damit Vermeidung von Schäden;
3. Keine schädigende Wirkung auf Patient und Behandelnden;
4. Kurze Behandlungszeit und Preiswürdigkeit.

Zum Schluß möchte ich noch Herrn Professor MÜNCH meinen Dank abstatten für die freundliche Unterstützung, insbesonders für die Überlassung der Instrumente für meine Versuche.

Ich gebe hiermit die eidesstattliche Versicherung, daß ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe, nur unter Benutzung der angegebenen Literatur, verfaßt habe.

Mühlhausen i. Thür., im April 1934.

Waldemar König.

Lebenslauf.

Ich, *Waldemar König*, wurde am 6. März 1904 als Sohn des jetzigen Stadtbaurates *W. König* in Chemnitz (Sa.) geboren. Am 28. Februar 1923 erhielt ich das Reifezeugnis der Oberrealschule zu Mühlhausen i. Thür. Anschließend ergriff ich den kaufmännischen Beruf. Vom Wintersemester 1930/31 bis Wintersemester 1933/34 studierte ich Zahnheilkunde in Würzburg, wo ich am 27. April 1934 das Staatsexamen mit „sehr gut" bestand.